座談会

スピーカ・システムの低域特性をどう考えるか？

■出席者■
（敬称略）

阪本楢次
杉本利孝
永田穂
山本武夫

第1部 バフル効果とはどういうものか

★知られていない置き場所の問題
★できるだけ低音域が上るように置く
★無響室特性と使用状態の差をどう考えるか

知られていない置き場所の問題

本誌　ラジオ技術の姉妹誌である“ステレオ芸術”の取材で，いろんなSPを数多く試聴しているのですが，SPを置く位置で，その評価が逆転するということが起きたわけです．もちろん再生するプログラムによってもその差が出てはいるのですが，スピーカを置く場所というものが相当大きなファクタを持っているのではないか，と考えられるようになりました．

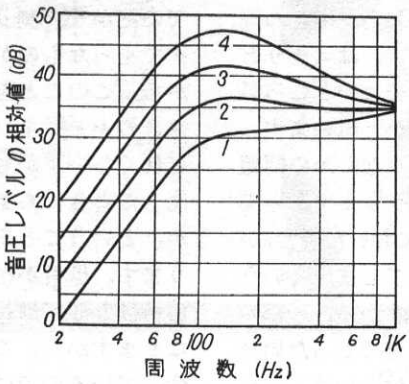
つまり，スピーカの置き場所による放射インピーダンスの問題で，低音域の特性が相当違う．そして，それが中高音域まで影響を及ぼしているということなのです．

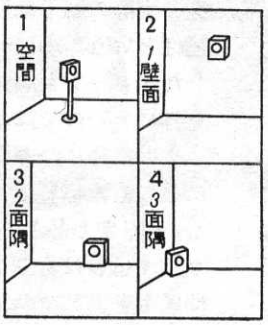
いちばん端的な例として，同じスピーカを4本用意して，床においたものと，その上に積み上げたものとのききくらべをやってみたんです．ところが同じスピーカでありながら，印象がぜんぜん違っているんですね．

今までは，SPの低域の特性は，放射インピーダンスで大幅に変るんだということは，本などにも書かれておりますし，いろいろなレポートもあります．しかし，実際にスピーカの置き場所によって，音がこのように変化するんだということをはっきりいったものは，意外にラジオ雑誌の世界では少なかったといえます．オーディオ・ファンの中では，明確になっていなかったと思います．そこで，本誌ではなんとかしてデータをつかみたかったというわけで，日立の杉本さんの所にお願いして，無響室をお借りして，その中に

▶ 阪本楢次氏 ◀
（松下電器　音響研究所）

▶ 杉本利孝氏 ◀
（日立製作所中央研究所）





〈第1図〉
バフル効果による低域上昇の1例（日本オーディオ協会編"アマチュア・オーディオハンドブッグ"より．

本誌　バスレフでも，無響室でフラットであれば，実際にきく場合も無響室に近い状態，つまり孤立の状態できけばよいわけですね．この辺の考え方も，アマチュアの世界でははっきりしていないのではないでしょうか．

一同　なるほどね．

▼▼▼▼▼▼▼▼▼▼

できるだけ低音域が上るように置くこと

▲▲▲▲▲▲▲▲▲▲

永田　各社さんは，スピーカの評価法あるいは測定法について独自のものを持っておられるのではないですか．無響室での測定結果が基準になるんでしょうが．

本誌　その辺はどうなんですか？

一同　（笑）

永田　測定法というより，無響室のデータから，ある程度シフトしたものものを推定してみる……．これの解釈の方法というものを持っておられるのではないでしょうか．

阪本　わたしどもでは，スピーカの置き場所によってこうなりますよ，というデータは提供しておりますがね．

永田　決して，無響室でフラットになるものばかりを狙っているわけではないでしょう．

阪本　総合特性としてどうなるか，ということでやっています．

杉本　スピーカの置かれる場所がどんなところかわからないわけですから，やっぱり無響室特性でなるべく低音も出るように，ということは狙っていますね．しかし，ことさら山を作るということはありませんね．

永田　いや，ことさら作るというのではなくて，この辺に出る山は別に差しつかえないんだとか，ここだけは注意しておきたいんだとか，そういう点各社さん秘密にしているんじゃないか．

阪本　それほど悪人じゃないでしょうな（笑）．

永田　いやいや悪人というじゃなくて，各社さん独得のそれなりのつかみかたというもの……

杉本　わたしどものESP（本誌68年4～6月号参照）による音質評価ですと，総合特性で低音を少し持ち上げた方が好まれる，という結果が出ていますね．

永田　それはやはり，日本の家屋の平均的な音響特性などを考えているんですか．

杉本　そこまでは……．

永田　大体音を作る方，放送の副調やミクサですら，そんなことは考えていませんからね．

阪本　そうでしょうね．そこまで考えて音を作ったら，立派でしょうね．

永田　本来は，音を作るところから聞くところまで一貫して考えてゆくことが必要でしょうね．さしあたってまず周波数特性なんかよりも，レベルのアンバランスという原始的な問題が出てきているわけですよ．

本誌　そのレベルといいますのは？

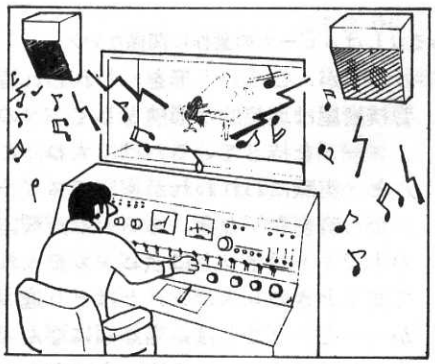
永田　まず，音づくりの場合聴取レベルが違うでしょう．高・中・低音域

	音波放射角	距離rの点での圧力	パワー出力	距離rの点でのエネルギー密度
● 音源	4π	P	W	I
虚音源○ ● 音源	2π	$2P$	$2W$	$4I$
音源	π	$4P$	$4W$	$16I$
音源	$\pi/2$	$8P$	$8W$	$64I$

〈第2図〉
バフルによるイメージの考えかたと音響パワー音圧レベルの相違．（オルソン著"音響工学"近代化学社刊より）

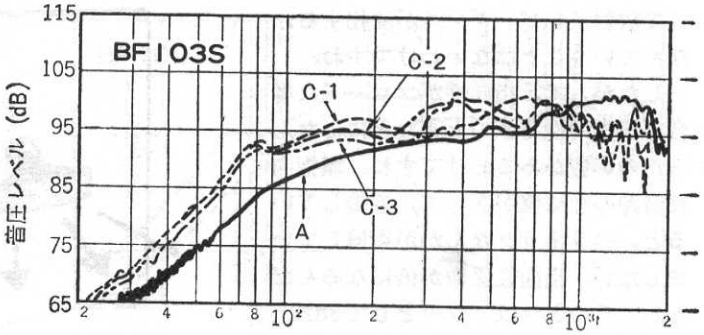
のバランスが，副調整室では良いが，家庭できくとアンバランスになっているわけです．音楽とスピーチのアンバランスなども，聴取レベルの相違が原因しているんですね．

阪本　これは私の感じですが，スピーカを置く位置によって低域レベルが違うというのは，十分増幅器のトーン・コントロールで調節できる問題なんですよ．ですから，スピーカはこういう位置におけば，こういう特性になりますよ，というインフォメーションを与えて，あとは買われた人がご自由におたのしみになったらいいのではないでしょうか．



〈副調室の再生レベルはかなり大きい〉

杉本　そのことは，アンプの側からみれば，低域を落すのは簡単ですが，上げる方は，全体でパワーの余裕が必要になって来ますね．そこで，低音を上げる場合は，スピーカの置き方などを考慮してみることですね．



〈第3図〉
床と壁のときの実測データ．密閉箱の場合は，実際の部屋がこの状態に近いとすると，ほぼ低域までフラットになることが期待できる．

阪本　いや，それとね，プログラム自身，低域のパワーというものは，特殊な電子音楽は別ですが，案外少ないのではないですか．

永田　しかし，いまおっしゃった部屋の影響は電気的に補正できる分とできない分とがありますね．そこが問題になりますね．

阪本　そうなると，スピーカの位置をかえてもダメですね．

本誌　ここで問題になるのは，オーディオ・ファンや一部のオーディオ評論家などの間では，アンプのトーン・コントロールはディフィートにせよ，それできけないようなものは，良い機械ではないとか……，こういう非常にまちがった考えが流通しているわけですね．トーン・コン不要論をとなえる人が圧倒的に多いんですね．

正しい使い方，たとえばスピーカの置き場所による低音特性の差を補正するとか，またスピーカのおき方によって低音が盛りあがるのを，トーン・コントロールでおさえる．それによって低音域でのひずみも減ってくる，というような全体的なつかみかたをしている人が少ないのではないでしょうか．

永田　とにかく総合特性でよいところへ持って来なければなりませんね．

▼▼▼▼▼▼▼▼▼▼

第2部
バフル効果で低域はどれだけ上るか

★なぜ低域が上るのか
★どれだけレベルは上るか
★イメージという考えかた

なぜ低域が上るのか

▲▲▲▲▲▲▲▲▲▲

山本　スピーカの置き場所で特性がかわることを知らないで使っている一般の使用者が，相当に多いということですか．

本誌　まずぜんぜん知らないで使っている人がいるということと，放射インピーダンスの問題があるということは知っていて，おそらく低域の特性もかわるということもわかっているのですが，どうするとどの程度変化するか？　また，スピーカの種類によってどのように使いわけしたらいいか，ということまでは，はっきりつかんでいないということですね．

山本　しかし，適確にこういう状況のときに，何 Hz で何 dB 上るということは，いいにくいとは思いますね．

杉本　ものによっては，だいぶ違ってきますからね．反射物体が何であるか，壁にするか床にするかでも……，また，大きさによっても．

阪本　たとえば，平面波がまっすぐに出ている場合，指向性の強いスピーカでは，横に壁があろうが，うしろに壁があろうが，これは置く場所については，関係ないわけですね．これによ

値の口径をもった2つのスピーカ間の相互放射抵抗に等しくなります．ということは，2つのスピーカの合計の面積のスピーカの音響出力と同じになるということですね．

本誌　以前，NHK で無響室の一壁面をこわして平板バフルにして，いろいろなデータをおとりなったというんで原稿をいただいたんですが．

山本　ええ，そういうことをやったことがありますね（このデータについては前ページ参照．編）．

阪本　データを拝見しますと，BTS の場合は，無響室でフラットを目標に設計されたわけですか．無限大バフルという想定をされたわけじゃないんですね．

山本　いいえ，設計は無限大バフルでやりまして，実際にできるものは有限な大きさで低音が落ちますから，それを調整で平らにしている，ということです．

ですから，こういうデータがはっきりしたので，以後は，無響室データでは低音は少し落ちていてもいい，という立場をとっているわけです．

永田　私がさっき，各社さんがどういう態度をとっておられるか，と申し上げたのは，そういう点なんですね．

山本　スピーカが後にバフルをしょった形のときは，無響室の場合とあまり変りませんね．周波数によってレベルが上るところと逆になるところがでてきます．

杉本　とび出した場合は，どうしても回折効果による影響が出て来て，山谷がでてきますね．

阪本　たしかに，10cmくらいの口径の小さなスピーカですと，おく場所によって，音色（ネイロ）もそうですが，音量も，ずいぶん変った感じがしますね．

第3部
リスリング・ルームでの考えかた

★部屋の特性について
★試聴室でのデータをどうみるか
★密閉箱とバスレフで違いはあるか

部屋の特性について

残響時間の多すぎはダメ

本誌　ところで，反射のある部屋できく場合に，いったいスピーカをどんな位置においたらいいのか，部屋の特性というのをどう考えたらよいのか，ちょっと永田さんにお伺いしたいのですが．

永田　聴取位置の音響効果には，部屋固有の音響特性と，スピーカ，聴取の場所，つまりこれら周辺の吸音条件反射条件などが関係しますね．ですから，室の音響特性を設置場所によって多少補正できる場合とできない場合があります．

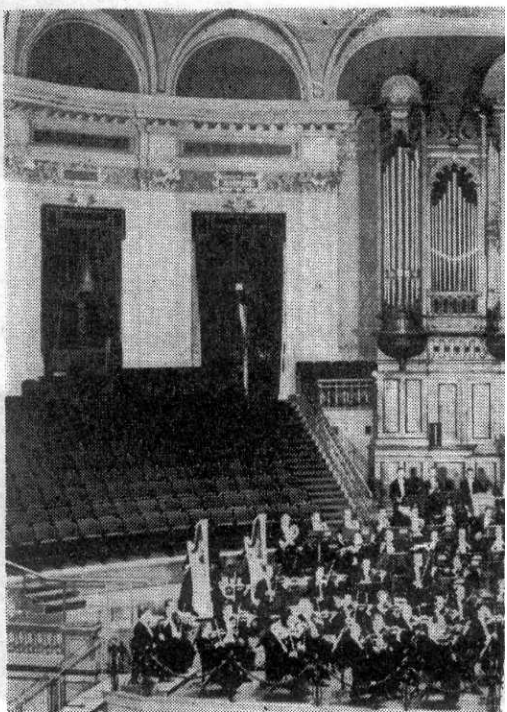
じゃあ，聴取位置でどんな室内音響条件がよいか，その最適条件をあげろっていうことになると，なかなかむずかしいんですが，障害になる条件というのは，比較的はっきりしていると思います．

第1は残響があまり大きくないこと，第2は低，中，高音の各帯域で残響がバランスしていること，第3番目には特定の周波数が強調されたり，吸収されたりすることのないようにすることですね．

それから，スピーカの置き場所についての考えかたですが，スピーカのバックが反射性の場合と吸音性の場合の2つがありますね．それぞれに意味はあるんですけど，どっちの場合にも注意したいのは，スピーカや聴取位置の近くに単一の大きな反射面のないことですね．そういうものがあると，位相干渉などで，特定の周波数がぬけたり鋭い反射音を感じたりすることがありますから．

まあ，位置だけをウンヌンしても，やっぱり部屋が悪ければ問題が残ることは多いでしょうね．

本誌　今まで永田さんがお書きになったものを拝見しますと，1次反射をなるべく少なくするというようなことがございましたね．これは，反射が強いと，また別のイメージができて，たとえばステレオの定位が悪くなる，というような意味でおっしゃっていられると思いますが，それ以外に，部屋の音色，たとえば残響時間の周波数特性や特定周波数のエコーの問題なども含


〈古くから音のよいことで知られている

めて，いい状態で音をきくためにはどうすればいいとお考えでしょうか．

永田　いや，よくわからんですねェ(笑)．

まあ，3つの考えかたがあると思います．部屋の影響を除きたい，周壁からの反射なんか全然ない無響室みたいなところできききたい，というのが，極端ですが，1つの立場ですね．

もう1つは，適当なひびきをもった気持のいい状態できくという立場もありますね．この場合，どれくらい響きをもったらいいか，ということになりますけど，われわれが日常生活している室内は平均吸音率などで調べてみますと，割合幅が小さいんです．そういう平均の響きの空間を作ればいいんじゃないか，ということですね．

あと1つの考え方は，副調室で音が作られているんだから，それと同じような特性の部屋で同じような機械できいたらいいんじゃないか，という考えですね．いずれがいいか悪いかは別として，1つの拠りどころですね．

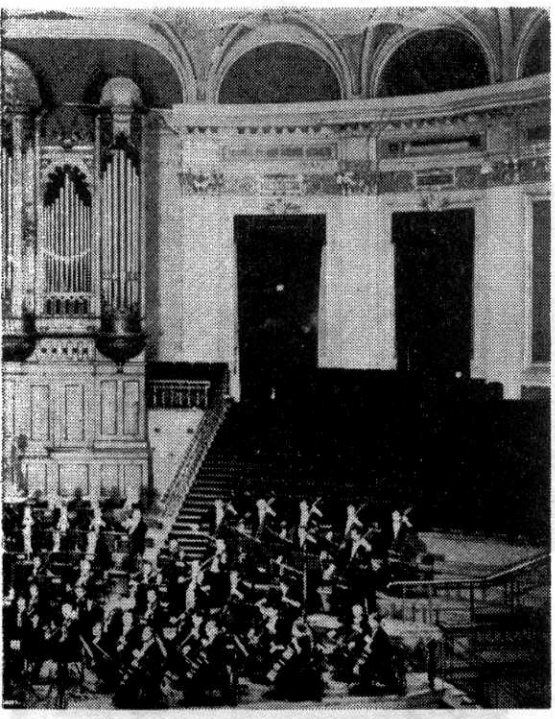
残響特性のよい日本間

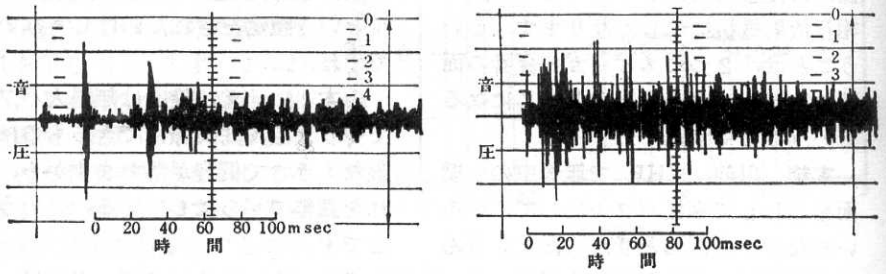
本誌　そうしますと，永田さんのお考えでは最適残響周波数特性というのは，どういう形になりますか．

永田　残響時間というのは部屋の大きさによって違いますが，吸音率でいいますと，だいたい30%ぐらいになりますでしょうか．

本誌　それ以上ですと……．

永田　40%～50%になりますと，吸音しすぎるということと，現実問題として，低域にまでわたって平均に吸音するのは非常にむずかしい，ということもあります．


オランダ／コンセルトヘボウのホール〉



〈第11図〉大きい部屋と小さい部屋の残響特性のちがい

本誌　残響周波数特性の理想像っていうものを想定しますと，どんなことになりますか．

永田　まあ，だいたい平坦な特性がいいんじゃないですか．

副調室なんかでは，低域は絶対にもち上げないようにしていますね．

阪本　この場合，もし低域の残響時間はある程度あっていいということがあったとしますと，それは，残響時間を下げるのがむずかしいから，その程度ならいいんだという形になっているのか，それとも，そうすべきだという形で推せんされているのか，どっちなんでしょう．

永田　それは，音楽の発生した環境を考えますと，音楽ホールも楽器と同じで，演奏してきた姿をあとで調査してみたら，こういうのがいちばん快かった，ということなんでしょうね．

本誌　具体的な例でいって，日本間なんかで一方は2～3mの壁で，左右にも少し壁が出ていて，反対側はフスマなんかで隣の部屋と仕切られているなどという例は多いと思うんですが，そんな場合の残響特性というのは，だいたいどんな形でしょうか．

永田　ええ，日本間はだいたいフラットが多いですね．天井板が低音をだいぶん吸ってくれますから．

山本　あれは大きいですね．

永田　いちばん困るのは小さな応接間みたいな部屋ですね．ジュータンひいたり，カーテンをブラ下げたりすれば高音は吸いますけど，低音は吸収してくれないんですね．その点，日本間はいいですね．

杉本　壁面処理があんまりうまくいっていない洋間よりいいっていうわけですね．

永田　洋間ですと，低音の共振がボコボコでますからね．あるところだけがワンワンいって，スピーカの共振だと思っているけど，実際は部屋の共振だったりっていうこともありますね．

20畳以下なら残響は少なくする

阪本　もう1つ，スピーカの対向面の1次反射を少なくして，ステレオの場合定位をよくする，ということと，あまり吸わせるとパワーが多くいって困るという，利害相反する2つの面がありますが，どちらを永田さんは推せんされますか．

永田　私は，小さな部屋ではむしろ吸わせた方がいいし，うんと大きな部屋ではこの第1次反射を生かすべきだと思います．大きな部屋ですと，直接音のあとの1次反射，第2次反射ははなれてやってきますが，小さい部屋ですと，直接音に反射音が重なって，それが位相干渉を起して，周波数特性をもって来ますね．大きい部屋ではそうならなくて，エネルギー和になる（**第11図**参照）．

山本　そうしますと，実際に家庭できいている場合の音のエネルギーの周波数レスポンスというものは，直接音で効いてる分が多いのか，残響音にもある程度支配されているのか……．

永田　その点は，30msecくらいまでは積分されるといわれていますので，小さな部屋で2msecといった第1次反射音がある場合は，2回～3回と反射しても，30msec以内に入って来ます．

大きな部屋では，第1次反射でも50msec，60msecなんてことになって，2つの音にきこえちゃいますね．

山本　小さい部屋では，第4，第5次といった音まで，音の大きさに関与している，ということですね．

本誌　その場合の小さい部屋というのはどの程度ですか，だいたい．